

ВІДГУК
на дисертаційну роботу
Боровика Ярослава Володимировича
на тему «Розробка і дослідження довгомірної зварної конструкції
перетворюваного об'єму космічного апаратобудування»,
що представлена на здобуття ступеня доктора філософії
в галузі знань 13 Механічна інженерія
за спеціальністю 132 Матеріалознавство

Актуальність теми дисертації.

Освоєння космічного простору вимагає створення на орбіті планет та їх поверхні космічних об'єктів різного призначення, однак основними проблемами виведення в космічне середовище елементів космічних станцій є їх масогабаритні характеристики, значна вага об'єктів великого об'єму та максимальне припустиме корисне навантаження засобів доставки. Низьке питоме співвідношення маси до об'єму оболонкових конструкцій робить їх незамінними для створення об'єктів в космічному середовищі, однак обмеженість технологічних рішень щодо компактного складання під час доставки носієм конструкцій перетворюваного об'єму (КПО), невизначеність несучої здатності, стійкості та щільності складаних оболонок після розкриття у середовищі космічного вакууму свідчить про актуальність та своєчасність теми дисертаційної роботи, яка має як науковий, так і практичний інтерес.

Про актуальність теми представленої роботи свідчить також її зв'язок з програмами і темами наукових досліджень, зокрема інфраструктурною програмою «Програма наукового приладобудування НАН України» за темою «Розробка тривимірного методу цифрової кореляції зображень для безконтактного вимірювання переміщень великогабаритних циліндричних об'єктів» (2020-2022 рр., державний реєстраційний номер 0120U102483), відомчим замовленням НАН України за темою «Розробка та дослідження технологій і устаткування для зварювання тонкостінних і розкривних конструкцій із високоміцних легких сплавів з мінімальними деформаціями, електроімпульсної обробки і діагностики лазерно-інтерферометричними методами» (2019-2021 рр., державний реєстраційний номер 0118U100510).

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в сукупності конструктивно-технологічних рішень, направлених на створення довгомірної зварної КПО космічного призначення, розроблених технологіях зварювання, формоутворення та верифікації експериментальними даними результатів математичного моделювання напружено-деформованих станів (НДС) і частот власних коливань КПО, які забезпечують її необхідну несучу спроможність і масово-габаритні характеристики, високу міцність і вакуумну щільність зварних з'єднань, що включає наступне:

- вперше запропонований алгоритм відтворення і сполучення геометричних та механічних властивостей розкривної конструкції у робочому стані, а також прогнозування утворення дефектів у попередньо деформованих

зварних з'єднаннях фольгових металевих матеріалів безпосередньо у процесі зварювання;

- вперше при мікроплазмовому зварюванні фольгових конструкцій товщиною 0,15-0,3 мм застосована вихрострумова дефектоскопія безпосередньо в процесі зварювання, що надає змогу прогнозувати, визначати та усувати зварювальні дефекти в режимі реального часу;

- для визначення найліпшого співвідношення геометричної форми та несучої здатності вперше використаний метод динамічного модального аналізу з метою встановлення власної частоти КПО в процесі її розкриття, а не лише в фінальній (розкритій) стадії.

Наукова новизна роботи сформульована зрозуміло та з розкриттям суті. Положення наукової новизни відповідають завданням, поставленим в науковій роботі.

Обґрунтованість та достовірність основних наукових положень, висновків і рекомендацій роботи визначається наступним:

- використанням у роботі праць визнаних учених і фахівців у галузі матеріалознавства, прикладної механіки та зварювання;

- верифікацією та доброю збіжністю результатів аналітично-розрахункових і експериментальних досліджень;

- застосуванням автором сучасних апробованих методів та методик проведення експериментів, зокрема методів оптичної та аналітичної растрової електронної мікроскопії, результатами досліджень структурної будови реальних зразків зварних з'єднань. При виконанні розрахункових досліджень застосовано сучасний метод скінчено-елементного аналізу. Отримані розрахункові данні добре збігаються з результатами чисельних експериментів по визначенню переміщень;

- значним обсягом даних, отриманих шляхом проведення прямих експериментів;

- наявністю публікацій у фахових виданнях та апробацією основних результатів роботи на міжнародних конференціях.

Отримані автором теоретичні закономірності підтверджені дослідженнями реальних зразків. Вони не мають протиріч з існуючими теоретичними уявленнями та накопиченим досвідом. Наукові положення, висновки і рекомендації узгоджуються з існуючими концепціями. Їх достатня обґрунтованість підтверджується визнанням на відомій міжнародній конференції з математичного моделювання в зварюванні.

Таким чином, основні результати представленого наукового дослідження є достовірними та обґрунтованими, що підтверджується великим обсягом проведених досліджень. Наукові положення, висновки і рекомендації, що сформульовані у дисертації, відповідають всім вимогам МОН України щодо дисертаційних робіт.

Отже, в дисертаційній роботі поставлене наукове завдання щодо створення довгомірної конструкції перетворюваного об'єму із забезпеченням заданих геометричних параметрів, вакуумної щільності після проходження деформаційних циклів та несучої здатності під дією факторів космічного простору виконане в повному обсязі, а здобувач повною мірою оволодів

методологією наукової діяльності та продемонстрував високі фахові компетентності.

Оцінка змісту дисертації, її завершеність та дотримання принципів академічної доброчесності.

Представлена дисертаційна робота Боровика Я.В. за своїм змістом повністю відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності 132 Матеріалознавство та предметній області, що визначена освітньо-науковою програмою підготовки докторів філософії з Матеріалознавства.

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею, наведені результати та висновки свідчать про наявність особистого внеску здобувача у науковий напрям дослідження новітніх проблем матеріалознавства.

За результатами розгляду звіту подібності та перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадіння можна зробити висновок, що дисертаційна робота Боровика Ярослава Володимировича є результатом самостійних наукових досліджень здобувача. Вона не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень. Використані здобувачем ідеї, результати і тексти інших авторів мають належні посилання на відповідні джерела.

Мова та стиль викладення результатів.

Дисертаційна робота Боровика Я.В. написана українською мовою. Наведені в дисертаційній роботі відомості та представлені дисертантом результати досліджень логічно розподілені ним на окремі розділи. Структура дисертаційної роботи забезпечує можливість іншим дослідникам покроково чітко зрозуміти послідовність етапів виконання досліджень. Наведений графічний матеріал, який представлений власними фотографіями, скріншотами, графіками, в повній мірі відображає результати експериментальних і розрахункових досліджень. Сутність дисертаційної роботи представлена послідовно, зручно та стисло. Автором використана загальноприйнята технічна термінологія, що сприяє повному розумінню наведених результатів досліджень.

Дисертація складається зі вступу, трьох розділів, загальних висновків, списку літератури з 81 джерела. Загальний обсяг дисертаційної роботи 170 сторінок машинописного тексту.

У вступі наведене обґрунтування актуальності теми дисертаційної роботи, сформульовані мета та задачі досліджень, наведені відомості щодо методів досліджень застосованих здобувачем при виконанні роботи, сформульовані наукова новизна та практична цінність отриманих результатів. Надана інформація щодо апробації результатів роботи та кількості публікацій по темі роботи з наведенням особистого внеску автора. Представлена загальна структура та обсяг дисертаційної роботи.

У першому розділі розглянуті застосовні технології формоперетворення просторових конструкцій, які застосовуються в сучасній світовій практиці. Наведена класифікація сучасних перетворюваних конструкцій, зокрема, оболонкового та стрижневого типів. Здійснений комплексний аналіз існуючих методів забезпечення базових функціональних властивостей перетворюваних конструкцій. На основі проведеного аналізу визначені задачі досліджень. Шляхом аналізу наявних в літературі відомостей, порівняння властивостей

матеріалів різного походження проведений аналіз прийнятності та обґрунтовано застосування методів забезпечення базових функціональних властивостей перетворюваних конструкцій за умови виконання вимог щодо жорсткості та міцності оболонкових конструкцій.

У другому розділі розглянута методологія створення металевої оболонкової довгомірної перетворюваної конструкції з періодичним профілем. Здійснене числове моделювання напружено-деформованого стану об'єкту досліджень, проведений аналіз його характеристик жорсткості та визначені раціональні шляхи покращення масово-габаритних характеристик зазначених виробів. Наведені способи утворення нерознімних з'єднань зі сталей і сплавів. На основі аналізу базових параметрів процесу імпульсного мікроплазмового зварювання та їх впливу на формування структури металу зварного шва, з урахуванням впливу деформаційних процесів при створенні та розкритті конструкції, обґрунтована доцільність застосування мікроплазмового джерела тепла для отримання зварних з'єднань. Обґрунтовані технологічні вимоги виконання зварювання з урахуванням умов експлуатації перетворюваних конструкцій. Досліджено вплив властивостей та характеристик зварних з'єднань на процес розкриття та просторову жорсткість перетворюваних конструкцій.

У третьому розділі дисертації наведені результати експериментальних досліджень зварних з'єднань та запропонована базова технологія зварювання структурних елементів КПО. Досліджені кінетичні особливості розвитку процесу розкриття довгомірних конструкцій. Обрані застосовні методи контролю якості нерознімних зварних з'єднань з урахуванням їх геометричної форми та особливостей сформованого структурно-фазового складу. Проведений аналіз фізико-механічних властивостей металевих матеріалів, які задовольняють умови жорсткості та стійкості перетворюваної конструкції при дії факторів космічного середовища. На основі аналізу результатів досліджень сформульовані загальні висновки по роботі.

Висновки дисертації відображають найважливіші наукові та практичні результати роботи, в якій наведене нове вирішення актуального науково-технічного завдання, що полягає у створенні довгомірних конструкцій перетворюваного об'єму за допомогою мікроплазмового зварювання з забезпеченням заданих геометричних характеристик та властивостей зварних з'єднань і конструкцій в цілому, з урахуванням вимог щодо їх несучої здатності під дією факторів космічного простору та збереження вакуумної щільності після проходження деформаційних циклів.

Висновки сформульовані конкретно та логічно, відповідно до змісту дисертації.

Дисертаційна робота оформлена відповідно до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації».

Оприлюднення результатів дисертаційної роботи.

Наукові результати дисертаційної роботи висвітлені у 5 наукових публікаціях здобувача, зокрема в 1 статті у науковому виданні, що включене до переліку наукових фахових видань України, 3 статтях у періодичних наукових

7. Для спрощення загального сприйняття матеріалів роботи краще було б застосовані в роботі методики, матеріали та обладнання навести в окремому розділі.

Вважаю, що висловлені зауваження не є визначальними і не зменшують загальну значну наукову новизну та практичну значимість результатів та не впливають на позитивну оцінку дисертаційної роботи.

Висновок про дисертаційну роботу.

Дисертаційна робота здобувача ступеня доктора філософії Боровика Ярослава Володимировича на тему «Розробка і дослідження довгомірної зварної конструкції перетворюваного об'єму космічного апаратобудування» виконана на високому науковому рівні, вона не порушує принципів академічної доброчесності та є закінченим науковим дослідженням, сукупність теоретичних та практичних результатів якого розв'язує наукове завдання, що має суттєве значення для галузі знань 13 Механічна інженерія, спеціальність 132 Матеріалознавство. Дисертаційна робота за актуальністю, практичною цінністю та науковою новизною повністю відповідає вимогам чинного законодавства України, які наведені в п.п. 6 – 9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44.

Здобувач Боровик Ярослав Володимирович заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії у галузі знань 13 Механічна інженерія за спеціальністю 132 Матеріалознавство.

Офіційний опонент:

Завідувач кафедри зварювального виробництва
КПІ ім. Ігоря Сікорського
д.т.н., професор



Віктор КВАСНИЦЬКИЙ

Підпис офіційного опонента завідувача кафедри зварювального виробництва КПІ ім. Ігоря Сікорського д.т.н., професора Віктора Квасницького засвідчую:

«24» грудня 2024 року

